

LA VEGETACIÓ AQUÀTICA SUBMERGIDA DE S'ALBUFERA DE MALLORCA

A. MARTÍNEZ-TABERNER, G. MOYÀ,
V. FORTEZA, J. RITA & J. PERICÀS*

MARTÍNEZ-TABERNER, A. G., MOYÀ, V., FORTEZA, J., RITA & PERICÀS J. (1995): "La vegetació aquàtica submergida de S'Albufera de Mallorca". *S'Albufera de Mallorca*. (Monografies de la Soc. Hist. Nat. Balears, 4): 97-111. ISBN: 84-273-6506-3. Ed. Moll, Palma.

Al segle passat, i amb l'objectiu de dessecar S'Albufera, s'enturaren estanys i es construí un sistema de canals que condueixen les aigües de forma regular cap a la mar: la majoria d'estanys del que actualment és parc natural quedaren dessecats. Actualment S'Albufera és un gradient ambiental amb diferents aportaments d'aigua. Conseqüentment, hi ha una diversitat d'hàbitats colonitzats per moltes espècies i és un lloc ideal per als estudis de les toleràncies ambientals de les espècies.

S'estudiaren onze espècies de carofícies i deu de plantes vasculars submergides, respecte a set variables ambientals mitjançant un test de significació. Se n'obtingué una visió global mitjançant una anàlisi de components principals per a variables, les quals formen l'espai multidimensional on s'han projectat els hàbitats físico-químics de les espècies. D'aquesta anàlisi es poden extreure conclusions sobre les preferències d'hàbitat de les espècies.

Nitellopsis obtusa, *Tolypella glomerata*, *Chara globularis*, *C. connivens* i *C. aspera* apareixen en aigües mesohalines, mesotròfiques o oligotròfiques. *C. major* i *C. vulgaris* accepten un cert nivell d'eutròfia i *C. galioides*, *C. hispida* i *C. canescens* es presenten en llocs amb nivells baixos d'eutròfia. *Lamprothamnium papulosum* ocupa llocs altament salinitzats i poc eutrofitzats. A l'àrea d'estudi i en referència als paràmetres estudiats es pot dir que *C. canescens*, *C. globularis*, *C. vulgaris*, *Tolypella glomerata*, *Lamprothamnium papulosum*, *C. hispida* i *C. galioides* són espècies amb una tolerància global àmplia i *C. connivens*, *Nitellopsis obtusa* i *C. major* són molt menys tolerants.

Myriophyllum spicatum, *Najas marina*, *Potamogeton crispus*, *P. pectinatus* i *Zannichellia pedunculata* són espècies àmpliament distribuïdes a S'Albufera. *Ceratophyllum submersum* i *Ruppia maritima* var. *brevirrostris* s'han de considerar estenoiques dins l'ambient d'estudi. La tolerància de *Ceratophyllum submersum* a la salinitat és significativament baixa mentre que la de *Ruppia cirrhosa* i *R. maritima* var. *brevirrostris* és significativament alta. *Ceratophyllum submersum* té una distribució significativament negativa respecte a les altes concentracions de clorofil·la a fitoplanctònica i a les altes concentracions de fosfats. *Ceratophyllum demersum* i *C. submersum* es presenten principalment als llocs rics amb composts de nitrogen, mentre que *Ruppia cirrhosa* es presenta en llocs on hi ha baixes concentracions de nitrats a l'aigua.

Paraules clau: macròfits aquàtics, carofícies, aiguamolls costaners, aiguamolls, química de l'aigua, Illes Balears.

*Dept. de Biologia Ambiental. UIB. Campus Universitari. Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07071 Palma (Balears).

SUBMERGED AQUATIC VEGETATION OF THE ALBUFERA OF MALLORCA. In the last century and with the aims of dessication of the S'Albufera were filled up many lagoons and a canal system was made. Now the S'Albufera is a graded system of coastal marshes with several sources of water input. Consequently there is a diversity of habitats colonized by many species and it is an ideal site for the study of environmental tolerances.

Eleven species of *Characeae* and ten species of submerged vascular plants have been analyzed for seven environmental variables by means of a significance test. A synthetic view has been obtained through a principal component analysis for variables which form the multidimensional space where we project the species physico-chemical habitat. From such analysis we can obtain conclusions on the relative habitat preferences of the *Characeae* and of the submerged vascular plants of the S'Albufera.

Nitellopsis obtusa, *Tolypella glomerata*, *Chara globularis*, *C. connivens* and *C. aspera* appear in mesohaline and mesotrophic or oligotrophic zones. *C. major* and *C. vulgaris* accept some degree of eutrophy and *C. galioides*, *C. hispida* and *C. canescens* low levels of eutrophy. *Lamprothamnium papulosum* appears over strongly salinized sites which are poorly eutrophied. In the study area and in relation to parameters under study, we regard *C. canescens*, *C. globularis*, *C. vulgaris*, *Tolypella glomerata*, *Lamprothamnium papulosum*, *C. hispida* and *C. galioides* as species with a wide global tolerance and *C. connivens*, *Nitellopsis obtusa* and *C. major* as being decreasingly tolerant.

Myriophyllum spicatum, *Najas marina*, *Potamogeton crispus*, *P. pectinatus* and *Zannichellia pedunculata* are widely distributed in the S'Albufera. *Ceratophyllum submersum* and *Ruppia maritima* var. *brevirostris* are considered stenoc. The tolerance of *Ceratophyllum submersum* to salt is significantly low and that of *Ruppia cirrhosa* and *R. maritima* var. *brevirostris* significantly high. *Ceratophyllum submersum* has a significantly negative distribution with regard to phytoplanktonic chlorophyll *a* and phosphate concentrations. *Ceratophyllum demersum* and *C. submersum* primarily occur in nitrate-rich waters whereas *Ruppia cirrhosa* primarily occurs in low nitrate waters.

Keywords: aquatic macrophytes, *Charophytes*, coastal marshes, wetlands, water chemistry, Balearic Islands.

INTRODUCCIÓ

La paraula tolerància fou utilitzada per un dels fundadors de l'ecologia en els inicis de la seva carrera. SHELFORD (1913) anuncià la llei de la tolerància i de llavors ençà el concepte de la tolerància està profundament immers en el pensament ecològic. En l'actualitat la idea de nínxol sembla que suplanti les propostes de Shelford, però en realitat el nínxol, entès com l'hipervolum *n*-dimensional de HUTCHINSON (1957), és l'eficiència biològica en funció de la síntesi de toleràncies.

L'interès pels aspectes relacionats amb l'amplitud ecològica ha fet que molts investigadors dediquin la seva atenció a l'estudi de les toleràncies ambientals (LYNCH & GABRIEL, 1987). En particular els macròfits aquàtics han estat objecte d'estudi amb aquesta perspectiva (FELZINES, 1977; WIEGLEB, 1978; HELLQUIST, 1980; MARGALEF MIR, 1981; KADONO, 1982).

En la nostra interpretació l'anàlisi de toleràncies és la primera passa per arribar al coneixement dels ambients físics de les espècies, i presenta especials facilitats d'estudi als llocs on s'estableixen gradients

ambientals ben definits, com és el cas de S'Albufera de Mallorca.

La química de l'aigua és un dels principals factors que controla la distribució dels organismes aquàtics. Cada espècie té la seva pròpia fisiologia i, en conseqüència, les seves pròpies dependències. Quan s'analitza la distribució de les espècies s'ha de tenir present que la capacitat de regulació, de reserva i de comportament fa que aquestes puguin persistir cert temps en situacions desfavorables, la qual cosa indueix a pensar que els factors ambientals no puguin relacionar-se tan directament com voldríem amb les espècies (SCULTHORPE, 1967). Per altra part, s'ha de considerar que les espècies estan en competència directa o difosa (WILSON & KEDDY, 1986), que de forma diferencial mantenen relacions ecològiques amb altres i que cedeixen part de la seva producció a altres nivells tròfics. De qualsevol manera, el fet d'habitar un cert lloc químicament idoni es manifestarà finalment com un avantatge sobre les altres espècies, una persistència de la població.

A l'anàlisi realitzada sobre els aspectes ecològics de les espècies es remarca la



Myriophyllum spicatum florit al Canal d'en Pujol
M. spicatum in bloom at Canal d'en Pujol
 (Foto: Joan Mayol)



Ceratophyllum demersum, rabassut i *ceratophyllum submersum* laciniat
 a la mateixa localitat de S'Estany de la Font de Sant Joan.
 Rough *C. demersum* and lacinate *C. submersum* at the same site
 Estany de la Font de Sant Joan.
 (Foto: A. Martínez)

significació de la distribució en funció de les diferents variables estudiades, la qual cosa no implica forçosament una dependència amb la variable en qüestió. Pot explicar també una evolució conjunta independent i casual o una influència general que afecta conjuntament variables i espècies.

Les publicacions que inclouen les característiques dels ambients en els quals es distribueixen els macròfits estan sovint fonamentades en observacions esporàdiques, i en poques ocasions hi ha un seguiment dels marges de variació de cada variable en els llocs on hi ha els macròfits. Aquests estudis ens descobreixen els hàbitats de les espècies (MARTÍNEZ-TABERNER & MOYÀ, 1991, 1993) i ens permetran preveure la vegetació potencial d'àrees artificials o de llocs sotmesos a rehabilitació (MARTÍNEZ-TABERNER et al. 1991).

MATERIAL I MÈTODES

L'àrea d'estudi fou mostrejada estacionalment des de l'estiu de 1983 a l'estiu de 1985 a tretze localitats amb caròfits i a vint-i-tres llocs amb presència de macròfits vasculars submergits.

La temperatura, el pH, l'oxigen i la conductivitat (corregida per a 20° C) es mesuraren *in situ*. L'alcalinitat i els clorurs es determinaren seguint els mètodes descrits a GOLTERMAN *et al.* (1978) i STRICKLAND & PARSONS (1972). El calci, magnesi, sodi i potassi es determinaren mitjançant espectrofotometria d'absorció atòmica (Perkin Elmer 703), i els nitrats, nitrats, fosfats i silicats, amb Technicon Autoanalyzer II. Els pigments foren extrets amb metanol i mesurats amb espectrofotòmetre (Hitachi 220-S). La quantitat de clorofil·la a fitoplànctònica es va calcular seguint STRICKLAND & PARSONS (1972).

Les diferències entre els llocs on cada espècie era present i on era absent s'analitzaren amb el text estadístic no paramètric de Mann Whitney U-test (Siegel 1956, Steel & Torrie 1980) aplicat al nivell de 0.05. Les estacions amb espècies que apareixen sols en els ambients lòtics es varen contrastar amb les mostres de les estacions de tot el sistema lòtic i les espècies que apareixien sols en el sistema

lenític es varen contrastar amb la globalitat de totes les estacions lenítiques. Mitjançant aquest test podem determinar si les afinitats de les espècies envers els paràmetres estudiats són significativament positives, negatives o no significatives.

La distribució de les espècies en el gradient ambiental de S'Albufera fou representada utilitzant l'anàlisi de components principals (PCA) realitzada amb el programa BMDP aplicant el coeficient de correlació. Es defineix l'amplitud multidimensional com la superfície del PCA que inclou el 90% dels llocs on apareix cada espècie.

Finalment els agrupaments d'espècies s'han fet utilitzant els mateixos programes BMDP. Partint d'inventaris quantitius de cobertures lineals obtinguts per a cada estació i sobre mitjanes de deu inventaris s'ha conformat la matriu de dades. Aplicant distàncies euclidianes s'ha obtingut la matriu d'afinitats, i amb el mètode del centroide s'ha fet l'ordenació (BISQUERRA 1990). En aquesta anàlisi s'han inclòs totes les espècies presents, fins i tot algunes d'emergents de les voreres dels estanys i canals.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Variables ambientals i tolerància de les espècies

En el present estudi solament es presenten les variables que hem considerat més representatives de l'ambient i que representen els principals factors de càrrega en les PCA, més les que altres autors han considerat rellevants en la determinació de la distribució de les espècies (KADONO, 1980, 1982, 1984; MARGALEF MIR, 1981).

S'han considerat de forma separada les carofícies i les plantes vasculars. Les carofícies, com que són algues, presenten una dependència forta del medi aquàtic, malgrat que es presenta absorció rizoïdal en algunes. Les vasculars presenten una major o menor dependència segons la pròpia fisiologia i estat ontogènic. Aquests fets ens han motivat per treballar separatament les plantes vasculars i les no vasculars.

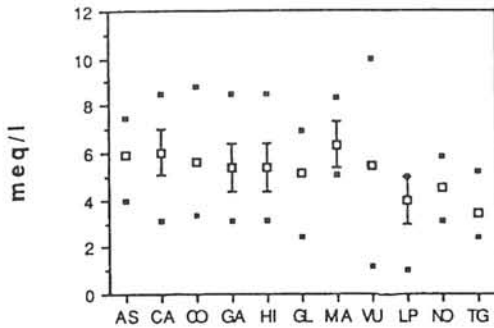


Fig. 1. Tolerància de les carofícies a l'alcalinitat. Màxim, mínim, mitjana i desviació típica per a: AS *Chara aspera*, CA *C. canescens*, CO *C. connivens*, GA *C. galioides*, HI *C. hispida*, GL *C. globularis*, MA *C. major*, VU *C. vulgaris*, LP *Lamprolaminium papulosum*, NO *Nitellopsis obtusa*, TG *Tolypella glomerata*.

Species tolerance to alkalinity. Maximum, minimum, mean and standard deviation. Abbreviations in figure 1.

Alcalinitat

L'abundància de bicarbonat a l'aigua, referida al valor de l'alcalinitat, s'ha revelat com a molt important per a moltes espècies que tenen capacitat d'utilitzar l'anió com a font de carboni (LUCAS & BERRY, 1985). La diferència de les comunitats aquàtiques macrofítiques de zones d'aigües dures i d'aigües blanques són notòries (MARGALEF MIR, 1981).

Les aigües subterrànies que afloren pels ullals de conques calcàries tenen alcalinitats mitjanes molt elevades. En el cas de S'Albufera ens trobam amb uns valors d'alcalinitat molt elevats a les zones altes d'origen d'aigües, aquests valors fins i tot s'eleva a la zona central, que és la que més es refreda durant la tardor i l'hivern, i únicament a les zones de major influència marina la reserva alcalina presenta una certa dilució.

Les espècies macrofítiques de S'Albufera estan totes adaptades a les aigües fortament mineralitzades. Les vasculars presenten valors mitjans entre 3.75 i 4.5 meq.l-1, i les carofícies, entre 3.5 i 6.25 meq.l-1 aproximadament.

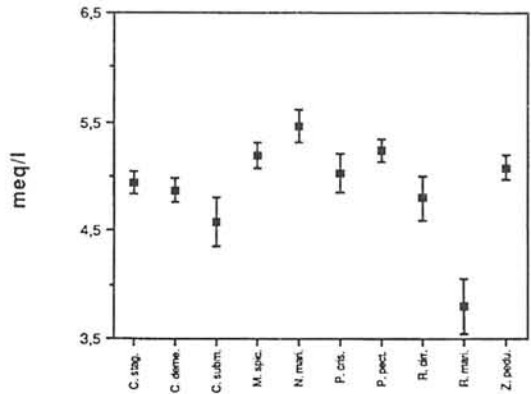


Fig. 2. Tolerància de les plantes vasculars submergides a l'alcalinitat. Mitjana i error típic per a: C. stag. *Callitriche stagnalis*, C. deme. *Cerathophyllum demersum*, C. subm. *Cerathophyllum submersum*, M. spic. *Myriophyllum spicatum*, P. cris. *Potamogeton crispus*, P. pect. *Potamogeton pectinatus*, R. cirr. *Ruppia cirrhosa*, R. mari. *Ruppia maritima*, Z. pedu. *Zannichellia pedunculata*. Submersed vascular plants tolerance to alkalinity. Mean and standard error. Abbreviations in figure 2.

pH

Entre les espècies no vasculars les que ofereixen unes mitjanes més elevades són *Chara major* i *Chara canescens*, amb valors per damunt dels 6 meq.l-1, els macrofits vasculars *Myriophyllum spicatum* i *Potamogeton pectinatus* presenten valors sobre els 5.5 meq.l-1 (figures 1 i 2).

Amb el pH passa quelcom semblant que amb l'alcalinitat, en el sentit que, així com no es presentaven espècies d'aigües blanques, tampoc no es presenten espècies d'aigües àcides, perquè els valors de pH registrats a S'Albufera són sempre elevats.

La successió en què es presenten les espècies vasculars segons el pH és ben semblant a la successió que es presenta per a la salinitat, en general. De fet, els valors de pH s'incrementen a mesura que ens acostam a la mar i la influència de la salinitat és major. Les rupiàcies són les

vasculars que es presenten més decantades cap a mitjanes de pH elevades, sobre 7.75-8.00. Entre les caràcies, *Chara hispida*, *Chara galioides* i *Lamprothamnium papulosum* són les que es distribueixen als llocs de pH més elevats (figures 3 i 4).

Contingut salí

L'ordenació de les espècies, tant vasculars com no vasculars, per la conductivitat i els clorurs és pràcticament igual. El gradient és molt marcat i les espècies hi queden ben definides i separades. Entre les espècies vasculars, *Ruppia cirrhosa* i *Ruppia maritima brevirostris* queden clarament separades de la resta d'espècies vasculars amb mitjanes pròximes als 40 mS.cm⁻¹ i per damunt dels 400 meq Cl.l⁻¹. Entre les caràcies, *Lamprothamnium papulosum* presenta una mitjana per damunt dels 40 mS.cm⁻¹ i sobre els 500 meq Cl.l⁻¹.

Les espècies que toleren menys la salinitat són *Nitellopsis obtusa*, *Tolypella glomerata*, *Lemna gibba*, *Polygonum salicifolium* i *Ceratophyllum submersum*.

La distribució segons el calci presenta semblances generals amb la conductivitat i la concentració de clorurs i s'allunya de la distribució que ofereix l'alcalinitat (figures 5 i 6).

Nutrients

L'ordenació de les espècies dependent dels nitrats és inversa a l'observada en els paràmetres relacionats amb el contingut salí. Les espècies més adaptades a concentracions altes d'aquest element són: *Polygo-*

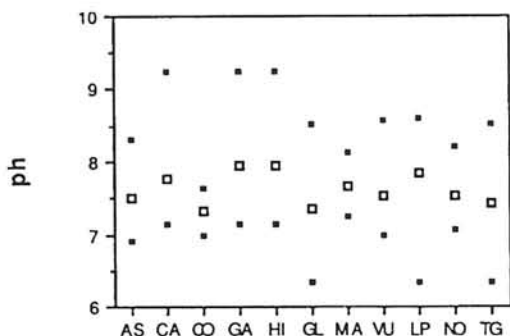


Fig. 3. Tolerància de les carofícies al pH. Màxim, mínim, mitjana i desviació típica. Abreviatures a la figura 1.

Species tolerance to pH. Maximum, minimum, mean and standard deviation. Abbreviations in figure 1.

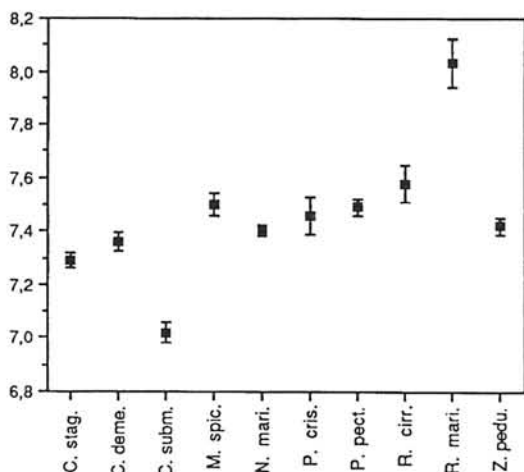


Fig 4. Tolerància de les plantes vasculars submergides al pH. Mitjana i error típic. Abreviatures a la figura 2.

Submersed vascular plants tolerance to pH. Mean and standard error. Abbreviations in figure 2.

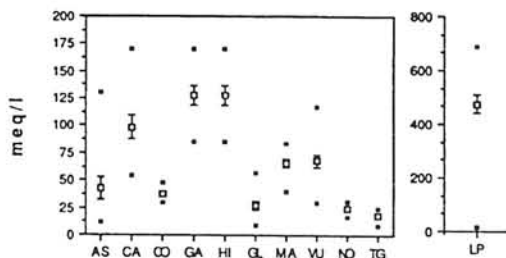


Fig 5. Tolerància de les carofícies als clorurs. Màxim, mínim, mitjana i desviació típica. Abreviatures a la figura 1.

Species tolerance to chlorides. Maximum, minimum, mean and standard deviation. Abbreviations in figure 1.

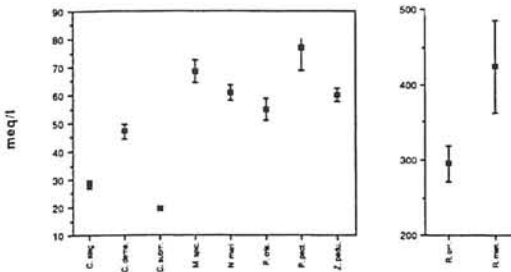


Fig 6. Tolerància de les plantes vasculars submergides als clorurs. Mitjana i error típic. Abreviatures a la figura 2.

Submersed vascular plants tolerance to chlorides. Mean and standart error. Abbreviations in figure 2.

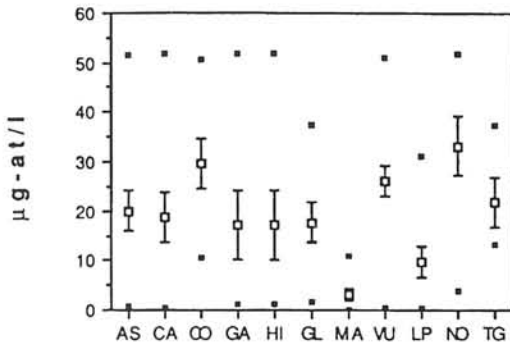


Fig 7. Tolerància de les carofícies als nitrats. Màxim, mínim, mitjana i desviació típica. Abreviatures a la figura 1.

Species tolerance to nitrates. Maximum, minimum, mean and standart deviation. Abbreviations in figure 1.

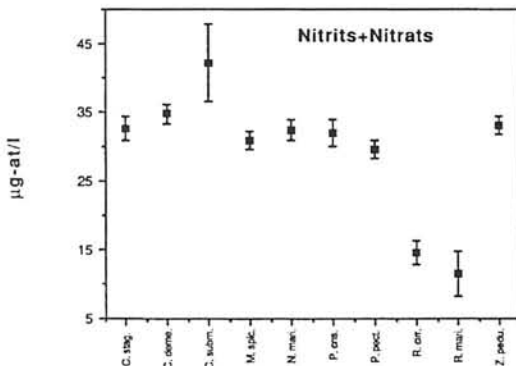


Fig 8. Tolerància de les plantes vasculars submergides als nitrats + nitrats. Mitjana i error típic. Abreviatures a la figura 2.

Submersed vascular plants tolerance to nitrites+nitrates. Mean and standart error. Abbreviations in figure 2.

num salicifolium, *Ceratophyllum submersum*, *Nitellopsis obtusa* i *Chara connivens*, la qual fuig un poc de la norma general perquè es troba en zones que suporten polsos de salinitat forta. Les espècies adaptades a concentracions baixes d'aquest element són: *Ruppia cirrhosa*, *Ruppia maritima brevisrostris* i sobretot *Lamprothamnium papulosum* i *Chara major*. En general les plantes vasculars de S'Albufera accepten millor un medi enriquit amb nitrats que les caràcies (figures 7 i 8).

L'ordenació de tolerància als fosfats no presenta similitud amb cap dels altres paràmetres estudiats. Les espècies més adaptades a concentracions altes són: *Ranunculus trichophyllus*, *Potamogeton crispus*, *Zannichellia pedunculata*, *Chara hispida* i *Chara galioides* (figures 9 i 10).

Clorofil·la a

Les toleràncies a les concentracions de clorofil·la a fitoplànctonica han estat representades per tenir una aproximació al nivell de competència entre les comunitats bentòniques i planctòniques.

Les espècies que millor s'adapten a la presència de fitoplàncton són: *Ruppia maritima brevisrostris*, *Najas marina*, *Tolypella glomerata* i *Chara vulgaris*. Per contra, les

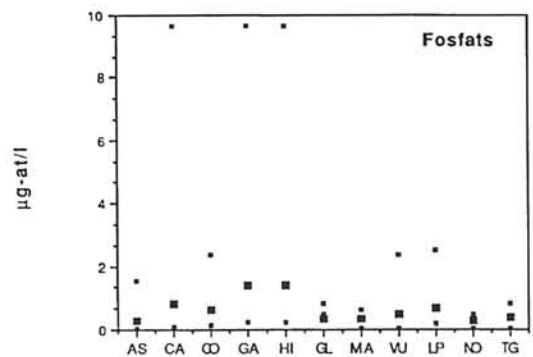


Fig 9. Tolerància de les carofícies als fosfats. Màxim, mínim, mitjana i desviació típica. Abreviatures a la figura 1.

Species tolerance to phosphates. Maximum, minimum, mean and standart deviation. Abbreviations in figure 1.

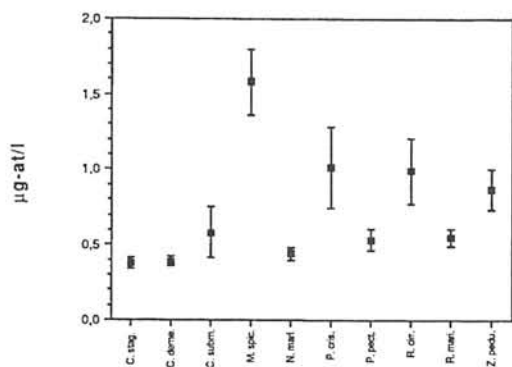


Fig 10. Tolerància de les plantes vasculars submergides als fosfats. Mitjana i error típic. Abreviatures a la figura 2.

Submersed vascular plants tolerance to phosphates. Mean and standart error. Abbreviations in figure 2.

més susceptibles són: *Ceratophyllum submersum*, *Polygonum salicifolium*, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, *Apium nodiflorum*, *Chara aspera*, *Chara connivens* i *Nitellopsis obtusa* (figures 11 i 12).

Amplituds de distribució de les espècies

Caràcies

Els principals factors de càrrega que conformen el primer eix dels components principals del medi on es desenvolupen les caràcies estan relacionats amb paràmetres lligats al contingut salí: calci (0.842), magnesi (0.840), clorurs (0.807), potassi (0.777) i conductivitat (0.775), en conseqüència, l'eix ha de ser assimilat a la salinitat. Els paràmetres amb major càrrega negativa sobre el segon eix són els nitrats (-0.276) i la relació nitrogen-fòsfor (-0.277).

El segon eix presenta com a factors positius la temperatura (0.732), la clorofil·la fitoplàntica (0.662), el pH (0.522) i els fosfats (0.321). Com a factors de càrrega negativa es presenten la relació nitrogen-fòsfor (-0.701) i el nitrats (-0.678). El segon eix es pot assimilar a la situació tròfica del sistema, ja que l'increment de la temperatura, de la clorofil·la a fitoplàntica i del

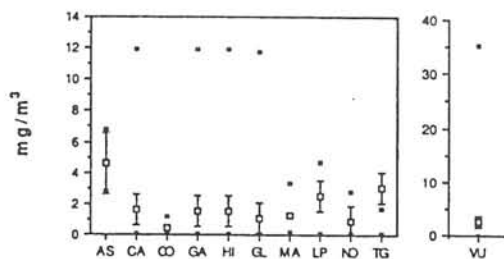


Fig 11. Tolerància de les caròfícies a la clorofil·la a fitoplàntica. Màxim, mínim, mitjana i desviació típica. Abreviatures a la figura 1.

Species tolerance to phytoplankton chlorophyll a. Maximum, minimum, mean and standart deviation. Abbreviations in figure 1.

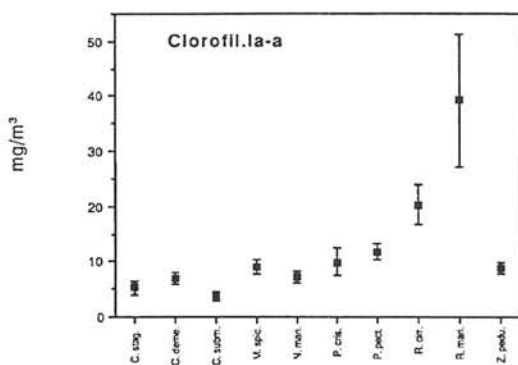


Fig 12. Tolerància de les plantes vasculars submergides a la clorofil·la a fitoplàntica. Mitjana i error típic. Abreviatures a la figura 2.

Submersed vascular plants tolerance to phytoplankton chlorophyll a. Mean and standart error. Abbreviations in figure 2.

pH, juntament amb la disminució dels nivells de nitrats, són processos lligats a situacions de productivitat. De tota manera, l'eix també reflecteix el gradient nitrats rurals-fosfats urbans que s'estableix entre la part alta i la part baixa de S'Albufera (figura 13).

Sobre l'espai multidimensional, estructurat pels principals components de l'anàlisi, s'han distribuït les estacions on es presenten cada un dels caròfits estudiats. D'aquesta manera queden definides unes àrees a l'espai dels components que representen l'amplitud multidimensional de cada una de les espècies.

Els centres de gravetat de cada espècie es distribueixen formant un cos de ferradura.

Nitellopsis obtusa és l'espècie menys adaptada a la salinitat i a les concentracions de fosfats i se situa en una amplitud estenoica, dominada pels nitrats i poc salinitzada. Els punts de gravetat de *Tolypella glomerata*, *Chara globularis*, *Chara aspera*, *Chara connivens* i *Chara vulgaris* es presenten quelcom més elevats que en *Nitellopsis obtusa*, la qual cosa indica una major acceptació de les comunitats fitoplanctòniques i de les concentracions de fosfats. *Chara connivens* i *Chara aspera* presenten unes amplituds més estenoiques que *Chara vulgaris* i *Chara globularis*. *Chara major* augmenta la tendència anterior i dispersa el centre de gravetat a la zona positiva del segon eix a la vegada que tendeix a la part positiva del primer eix. Presenta una amplitud estenoica en comparació amb les altres espècies. *Chara galioides*, *Chara hispida* i *Chara canescens* mantenen els centres de gravetat sobre la

part positiva del primer i segon eix, fet que denota una tendència a una major salinització. Finalment *Lamprothamnium papulosum* presenta tota la seva amplitud sobre la zona dominada per la forta salinització, però desplaça el centre de gravetat a la part negativa del segon, la qual cosa indica unes concentracions menors de fosfats i clorofil·la a a l'aigua (figures 14, 15, 16 i 17).

Les espècies presenten un important encavalcament de les amplituds multidimensionals, la qual cosa no implica que estiguin en competència, ja que únicament hi ha coexistència entre algues.

Macròfits vasculars

Els principals factors de càrrega que conformen el primer eix dels components principals del medi on es desenvolupen els

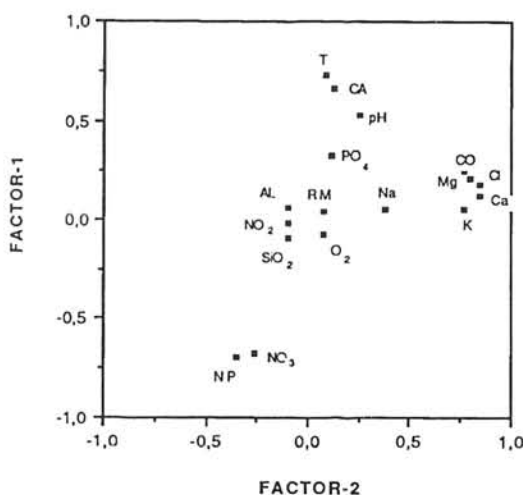


Fig. 13. Components principals de l'ambient de les carofícies amb els següents factors de càrrega: T temperatura, CA clorofil·la a fitoplanctònica, pH, PO_4 , CO conductivitat, Cl, Mg, AL alcalinitat, RM relació molar, Na, K, NO_2 , NO_3 , O_2 , SiO_2 , NP relació nitrogen fòsfor.

Principal components of the charophytes environment with the following loading factors: T temperature, CA phytoplankton chlorophyll a, pH, PO_4 , CO conductivity, Cl, Mg, AL alkalinity, RM molar ratio, Na, K, NO_2 , NO_3 , O_2 , SiO_2 , NP nitrogen phosphorus ratio.

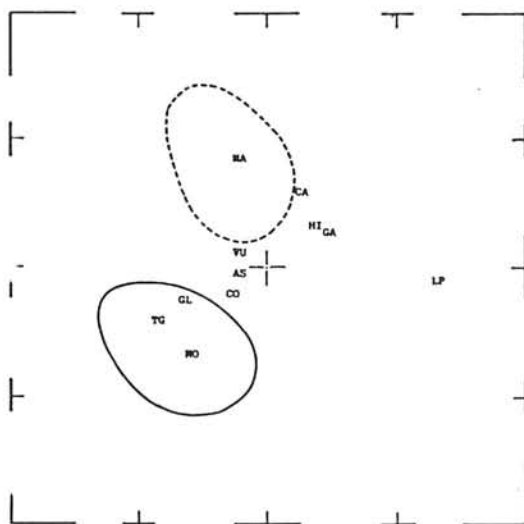


Fig 14. Projecció sobre els components principals del 90% de les estacions amb *Nitellopsis obtusa* (línia contínua) i *Chara major* (línia discontínua). Els centres dels agrupaments de cada espècie són assenyalats amb les lletres abreujades de la figura 1.

Projection onto the principal components analysis of 90% of the sample stations with *Nitellopsis obtusa* (continuous line) and *Chara major* (broken line). The centres of the clusters of each species are shown with the figure 1 abbreviations.

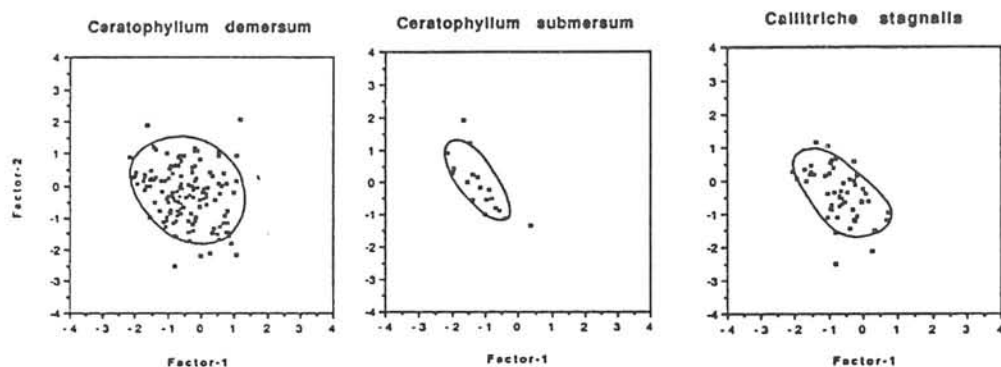


Fig 19. Projecció sobre els components principals del 90% de les estacions amb *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* i *Callitriche stagnalis*
Projection onto the principal components analysis of 90% of the sample stations with *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* and *Callitriche stagnalis*

C. globularis, *Tolypella glomerata* i *Cladophora* sp.

3. Finalment, les espècies més halòfiles i més adaptades a aigües eutròfiques són: *Ruppia cirrhosai*, *Ruppia maritima* var.

brevirrostris, amb algues com *Enteromorpha* sp., *Chondria tenuissima* (Goodenough & Woodward) *C. Agardh*, *Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth, *Lophosiphonia subadunca* (Kützinger) Falkenberg, *Laurencia obtusa*

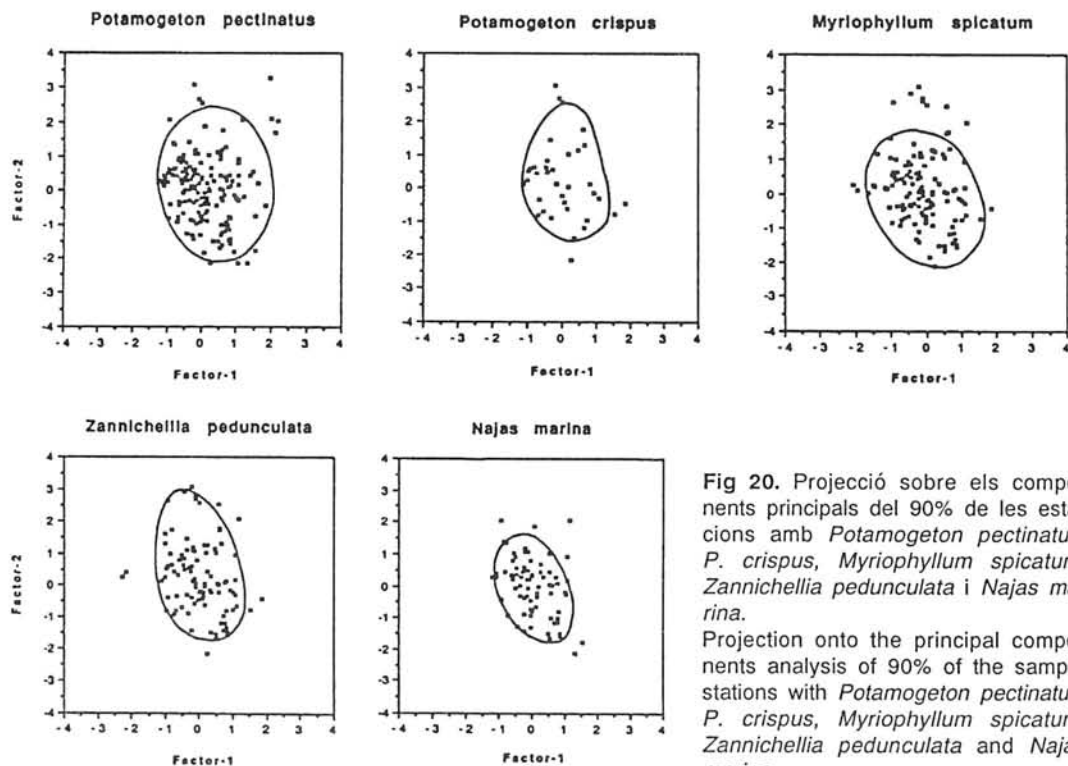


Fig 20. Projecció sobre els components principals del 90% de les estacions amb *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia pedunculata* i *Najas marina*.

Projection onto the principal components analysis of 90% of the sample stations with *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *Myriophyllum spicatum*, *Zannichellia pedunculata* and *Najas marina*.

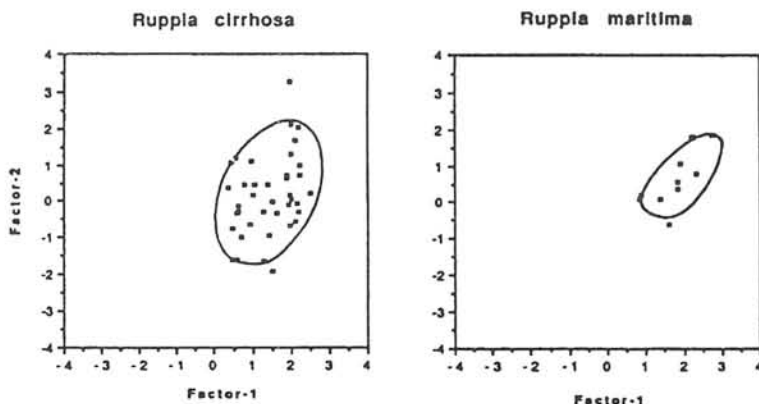


Fig 21. Projecció sobre els components principals del 90% de les estacions amb *Ruppia cirrhosa* i *Ruppia maritima*.

Projection onto the principal components analysis of 90% of the sample stations with *Ruppia cirrhosa* and *Ruppia maritima*.

(Hudson) *lamouroux*, *Gracilaria verrucosa* (Hudson) *Papenfuss*, *Chaetomorpha linum* (O. F. Müller) *Kützinger* i *Lamprothamnium papulosum*. Totes aquestes espècies formen el grup A.

Chara aspera es presenta en llocs d'aigües intermitents, entre el canyet, per la qual cosa no ha quedat inclosa a l'anàlisi d'agrupament que sols fa referència a vegetació dels canals i estanys.

AGRAÏMENTS

Montserrat Comelles ens ha revisat la part taxonòmica de les caràcies. Irene Mestre ens ha fet els dibuixos i la graficació. Enric Descals ens ha revisat l'anglès. A tots ells, el nostre agraïment.

BIBLIOGRAFIA

- BISQUERRA, R. (1990): *Introducción Conceptual al Análisis Multivariante. Un Enfoque Informático de los Paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD*. Public. y Promociones Univ., Barcelona.
- FELZINES J. C. (1977): "Analyse des relations entre la minéralisation des eaux douces stagnantes et la distribution des

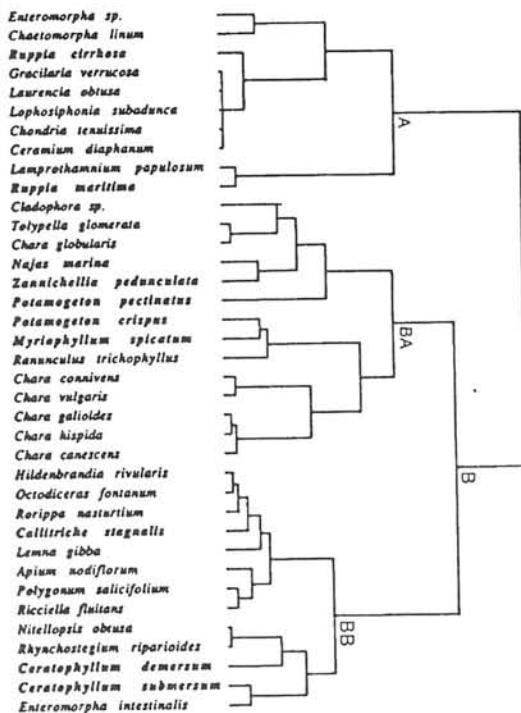
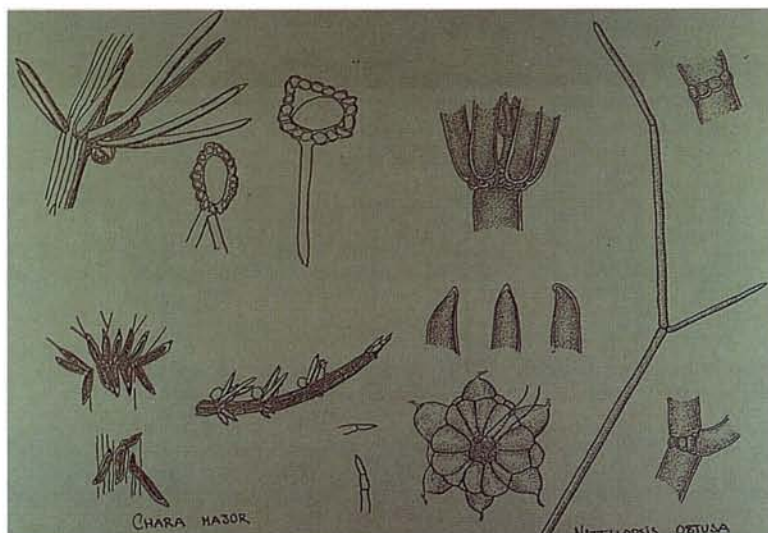


Fig 22. Anàlisi d'agrupament per a la vegetació aquàtica submergida de S'Albufera de Mallorca. Cluster analysis for the submersed aquatic vegetation of the Albufera de Mallorca.



Nitellopsis obtusa de l'àrea del Pont d'Amarador i *Chara major* de l'àrea del Canalet den Guixer. *N. obtusa* from the vicinity of Pont d'Amarador and *C. major* from around the Canaler d'en Guixer. (Dibuix: J. Pericàs)

végétaux qui les peuplent, Étude sur les étangs en Bourbonnais, Nivernais, Morvan et Puisasaye". *Ann. Sci. Nat. Botanique* 12:221-250.

GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. i OHNSTAD, M. A. M. (1978): *Chemical Analysis of Freshwaters*. IBP Handbook 8. Blackwell. 214 pp. Oxford.

HELLQUIST, C.B. (1980): "Correlation of alkalinity and the distribution of *Potamogeton* in New England". *Rhodora* 82:331-344.

HUTCHINSON, G.E. (1957): *A Treatise on Limnology I. Geography, Physics and Chemistry*. John Wiley & Sons. 1.015 pp. New York.

KADONO, Y. (1980): "Photosynthetic carbon sources in some *Potamogeton* species". *Bot. Mag. Tokio* 93:185-194.

KADONO, Y. (1982): "Occurrence of macrophytes in relation to pH, alkalinity, Ca^{2+} , Cl^- , and conductivity". *Jap. J. Ecol.* 32:39-44.

KADONO, Y. (1984): "Comparative ecology of Japanese *Potamogeton*: an extensive survey with special reference to growth form and life cycle". *Jap. J. Ecol.* 34:161-172.

LUCAS, W.J. i BERRY, J.A. (1985): *Inorganic Carbon Uptake by Aquatic Photosynthetic Organisms*. Am. Soc. of Plant Physiologists. Maryland.

LYNCH, M. i GABRIEL, W. (1987): "Environmental tolerance". *Am. Nat.* 129:283-303.

MARGALEF-MIR, R. (1981): "Distribución de los macrófitos acuáticos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio". *Fund. Joan March. Serie Universitaria*. 157:1-62.

MARTÍNEZ-TABERNER, A. i MOYÀ, G. (1991): "Water chemistry tolerance of Charophytes in a Mediterranean coastal marsh". *Nova Hedwigia* 52:113-129.

MARTÍNEZ-TABERNER, A. i MOYÀ, G. (1991): "Submerged vascular plants and water chemistry in the coastal marsh Albufera de Mallorca (Balearic Islands)". *Hydrobiologia* 271:129-139.

MARTÍNEZ-TABERNER, A., RUIZ-PÉREZ, M., MESTRE, I. i FORTEZA, V. (1992): "Prediction of potential submerged vegetation in a silted coastal marsh. Albufera of Majorca. Balearic Islands". *Journal of Environmental Management* 35:1-12.

SCULTHORPE, C.D. (1967): *The Biology of Aquatic Vascular Plants*. Koeltz Scientific Books. 610 pp. Königstein.

SHELFORD, V.E. (1913): *Animal Communities in a temperate America*. Univ. of Chicago Press. Chicago.

SIEGEL, S. (1956): *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. McGraw-Hill. New York.

STEEL, R.G.D. i TORRIE, J.H. (1980): *Principles and Procedures of Statistics. A Biomedical Approach*. McGraw-Hill. New York.

- STRICKLAND, J.D.H. i PARSONS, T. R. (1972): "A Practical Handbook of Seawater Analysis". *Bull. Fish. Res. Board Can.* 167:1-331.
- WIEGLEB, G. VON (1984): "A study of habitat conditions of the macrophytic vegetation in selected river systems in Western Lower Saxony (Federal Republic of Germany)". *Aquat. Bot.* 18:313-352.
- WILSON, S.D. i KEDDY, P.A. (1986): "Measuring diffuse competition along an environmental gradient: results from a shoreline plant community". *Am. Nat.* 127:862-869.